Iranian Food Science and Technology Research Journal
Vol. 14, No. 4, Oct- Nov 2018, p. 485-493

نشریه پژوهشهای علوم و صنایع غذایی ایران
جلد 13، شماره 4، مهر - آبان 1397، ص. 493-485

اثر آنزیم لاکتاز بر ویژگی حسی و میزان شکر در فرمولاسیون نوشیدنی آب ماست در شرایط نگهداری

زینب رفتنی امیری[*1]- محمد اعزازی[2]

تاریخ دریافت: 1396/05/30
تاریخ پذیرش: 1396/10/06

چکیده

آب ماست اسیدی حاصل از فرآیند تغلیظ ماست چکیده به‌واسطه دارا بودن املاح و بقایای پروتئینی سودمند می‌تواند در فرمولاسیون نوشیدنی‌های میوه‌ای به‌کار گرفته شود. به‌منظور بررسی اثر آنزیم لاکتاز بر کاهش مصرف شکر و بهبود طعم در فرمولاسیون نوشیدنی مورد مطالعه بر پایه کنسانتره میوه‌ای آناناس به میزان 5 درصد، از آنزیم لاکتاز در دو سطح صفر و 0/1 درصد، آب ماست به میزان 30 و 40 درصد، دمای نگهداری در محیط و یخچال و زمان نگهداری در هفته صفر، چهار، هشت، ده و دوازده پس از تولید با آزمایش فاکتوریل در قالب طرح آماری کاملا تصادفی استفاده شد. بررسی ویژگی طعم و خواص حسی در طول زمان 12 هفته در دو شرایط نگهداری یخچال و محیط نشان داد که افزودن لاکتاز به آب ماست مورد استفاده در فرمولاسیون نوشیدنی قبل از پاستوریزاسیون آب ماست علاوه بر حفظ pH نوشیدنی و بهبود ویژگی‌های حسی نوشیدنی موجب کاهش مصرف شکر مورد استفاده برای طعم‌دارکردن نوشیدنی شده بود. همچنین ضمن مطلوبیت درجه امتیازات طعم و احساس دهانی نوشیدنی در یخچال تا پایان هفته هشتم نگهداری، هیچ پرگنه کپک و مخمری در دو دمای نگهداری مشاهده نشد.

واژه‌های کلیدی: آب ماست، لاکتاز، نوشیدنی، ویژگی حسی

مقدمه

ماست غلیظ شده، از طریق حذف آب ماست اسیدی از ماست طبیعی با روش سنتی (تغلیظ درکیسه‌های پارچه‌ای) و یا با استفاده از تجهیزات و تکنولوژی‌های مدرن، به روش اولترافیلتراسیون و اسمز معکوس تولید می‌شود (اوزر و همکاران، 1999). همچنین آب پنیر اسیدی که از تولید پنیر کاتیج حاصل می‌شود محصولی است شفاف و سبز رنگ که بسته به نوع فرآیند حاوی مقادیر متفاوتی از ماده خشک است و بسته به تکنولوژی به‌کار رفته 70-90% ماده خشک آن لاکتوز می‌باشد (هاوارد و نوشیر، 1974).

آب ماست مایع حاوی 5% لاکتوز، 93% آب، 0/53% املاح، حداقل 0/36% چربی و 0/85% پروتئین با قابلیت بیولوژیکی حتی بالاتر از پروتئین‌های تخم‌مرغ و کازئین شیر می‌باشد (اسمیتر، 2008). آب ماست حاوی یک‌سری نمک‌هایی است که جزء ترکیبات اصلی آنهاست و بعضا با سیستم اسمز معکوس یا اولترافیلتراسیون اجزای آن را جدا می‌کنند. برحسب روش انعقاد کازئین، پساب حاصل شده به دو نوع غیر اسیدی به‌عنوان محصول جانبی حاصل از انعقاد رنتی کازئین، و آب ماست اسیدی به‌عنوان محصول جانبی حاصل از انعقاد اسیدی کازئین حاصل ازفعالیت باکتری‌های لاکتیکی و یا افزودن مستقیم اسید آلی و معدنی تقسیم‌بندی می‌شوند (جلن، 2011).

از آنجا که ماست حاوی ترکیبات ارزشمند می‌باشد، قسمتی از این ترکیبات طی فرآیند تغلیظ وارد آب ماست شده و درصورت دور ریختن بدون استفاده باقی مانده (تمیم و رابینسون، 2000، وارقس و هاریداس، 2007 و یمانی، 1993) و موجب آلودگی محیط زیست می‌شود. آب ماست حاوی لاکتوز، اسید لاکتیک، مقدار جزئی پروتئین‌های محلول، ویتامین‌های محلول در آب به‌ویژه ویتامین‌های گروه B و مواد معدنی می‌باشد (تمیم و رابینسون، 2000). پروتئین آب ماست به دلیل مقدار زیاد سیستئین به‌عنوان یک ماده غذایی با کیفیت بالا مورد توجه می‌باشد چرا که حاوی اسید آمینه‌های ضروری است (جانین و همکاران، 2005). آب ماست به‌دلیل وجود پروتئین‌هایی با هسته سولفیدی باعث کاهش 30% از شدت تهاجم سلول‌های سرطانی در سرطان سینه شده و نقش پیشگیرانه آن نیز در بروز

---

1 و 2- به‌ترتیب دانشیار و دانشجوی دکتری، گروه علوم و صنایع غذایی، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری ، مازندران، ایران.
(*مسئول مکاتبات: (Email: zramiri@gmail.com
DOI: 10.22067/ifstrj.v14i4.66350

سرطان سینه در موش و انسان بـه اثبـات رسـیده اسـت (نوکـامی و همکاران، 2007). به دلیل وجود مقادیر بالای اسید آمینه ضـروری و اسید آمینه منشعب (لوسین، ایزولوسین و والین) امروزه تلاش بر ایـن است که از آب ماسـت اسـتفاده بهینـه‌ای داشـته باشـند (کاتسـانو و همکاران، 2006). احتمال مشارکت این اسیدهای آمینه در پاسخ‌های هورمونی به تغذیه و عامل محرک ترشح انسولین وجود دارد (کالبت و مکلین، 2002). همچنین آب ماست به دلیـل وجـود لاکتـوز موجـب افزایش جذب عناصر فلزی و کاهش کلسترول خون شده و به دلیـل جذب بهتر کلسیم و فسفر در افراد مسن از پوکی استخوان پیشگیری می‌کند (رنر، 1989).

بر اساس گزارش فائو در سال 2011 مقدار تولید سالیانه انواع آب ماست حدودا 177 هزار کیلوتن بوده است (فائو، 2011). بـا افـزایش جمعیت کشورها تولید سالیانه ماست‌های طعم‌دار و انواع ماست‌هـای چکیده یا غلیظ شده به میزان قابل توجهی افزایش یافته و در نتیجـه مقدار زیادی آب ماست تولید می‌شود. کارخانجات بـزرگ از سیسـتم اتوماتیک سانتریفوژ جهت حذف آب ماست از ماست و تولیـد ماسـت چکیده بهره می‌گیرند.کارخانجاتی که با ظرفیت بـالا در تولیـد انـواع محصولات تغلیظ شده استحصالی از ماست مشارکت دارند بعضـا بـا تولید روزانه 40 تن آب ماست بـا BOD[1] و COD[2] بـالا، بـه‌عنـوان آلاینده محیط زیست به‌شمار می‌آیند (مایورلا و کاستیلو، 1984). البته در بعضی از کشورهای منطقه بالکان و مدیترانـه شـرقی آب ماسـت حاصله را صاف می‌کنند تا از مواد جامد آن استفاده کننـد و از میـزان آلایندگی محیط زیست کاسته شود (تمیم و رابینسون، 2000).

پسوما و همکاران (2010) از اختلاط محلول وی پروتئین تغلیظ شده تخمیر شده به‌وسیله باکتری‌های لاکتیکی، با کنسانتره میوه هلو و لاکتات کلسیم به‌عنوان جلـوگیری‌کننـده از کـاهش pH محصـول نوشیدنی عملگرا[3] تولید کردند. استفاده‌های دیگر از آب ماست توسـط محققین زیادی مورد تحقیق قرار گرفته است. (فیشر و کلین اشمیت، 2015) با استفاده از آب ماست اسیدی و غیراسیدی و با عملیات آنزیم لاکتاز استحصالی از *آسپرژیلوس اوریزا* و *کلیورومیسس‌لاکتیس* برای تولید گالاکتوالیگوساکارید اسـتفاده کردنـد. گـالاکتوالیگو سـاکارید از جمله ترکیباتی است که به‌عنوان پری‌بیوتیک (گونزالس و همکـاران، 2008) در فرمولاسیون شیر کودک برای نزدیکتر شدن ترکیـب شـیر کودک به شیر مادر به‌کار می‌رود (بوهم و همکاران، 2003). هر چنـد غلظت لاکتوز و نوع آب ماست (اسیدی یا غیراسیدی) بر فرآینـد اثـر معنـــی‌داری داشـــتند ولـــی هـــر دو نـــوع آنـــزیم بـــه‌کـــار رفتـــه، موفقیت‌آمیزارزیابی شدند.

همچنین دمیر و همکـاران (2013) بـا اسـتفاده از تزریـق قـارچ *Mortierella Isabellina* به آب ماست غیراسیدی[4] حاوی لاکتوز با مقادیر (4/5 تا 16%)، پروتئین و املاح توانسـتند تولیـد روغـن تـک سلولی نمایند. راندمان تولید روغن تـک سـلولی بـا افـزایش لاکتـوز محیط نسبت مستقیم داشت. امروزه در تحقیقات مختلف از آنزیم‌های لاکتـاز از منـابع مختلـف همچـون *Bispora sp.Mey* (هـوای و همکاران، 2009) و *Teratosphaeria Acidotherma AIU BGA1* (چیبا و همکـاران، 2015) و *Klyvermyces lactis* و *Aspergillus Oryzae* (فیشر و کلین اشمیت، 2015) در هیدرولیز لاکتوز اسـتفاده شده است.

در اروپا نوشیدنی‌هایی که از اختلاط آب پنیر بـه کنسـانتره‌هـای پروتئینی تولید می‌شـوند از اسـتقبال خـوبی برخوردارنـد و بـه‌عنـوان نوشیدنی‌های سالم و کم چرب و انرژی‌زا مصرف می‌شـوند چـرا کـه ساده‌ترین راه استفاده از مواد غذایی موجود در آب ماسـت همـین راه می باشـد (کالبـت و مکلـین، 2002). نایـک و همکـاران (2009) از اختلاط آب پنیر و هندوانه، نوشیدنی قابل قبولی تولید کردند. نوشیدنی تولید شده به دلیل وجود رنگ قرمز و مزه مطلوب لیکـوپن، از امتیـاز پذیرش بالایی برخوردار بود. جـانین و همکـاران (2005) از اخـتلاط کنسانتره تمشک و انگور به آب پنیر نوشیدنی تولیـد کردنـد. در ایـن تحقیق نمونه‌هایی که دارای مقادیر کمتر از 50% آب ماست بودنـد از مطلوبیت بیشتری برخوردار شدند.

برای ترغیب مصـرف آب ماسـت و اسـتفاده از خـواص سـلامت بخش آن از اختلاط کنسانتره آناناس با آب ماست برای بهبود طعم و مزه نوشیدنی استفاده شد. انتخاب طعم آنانـاس بـه دلیـل مشـابهت خواص سلامت بخشی آناناس با آب ماست بود. چـرا کـه نقـش آب آنانـاس و پـروتئین‌هـای آب ماسـت اسـیدی در پیشـگیری از رشـد سلولهای سرطانی به اثبات رسیده اسـت (سـاح و همکـاران، 2016 و نوکومی و همکاران، 2007).

به‌منظور بررسی تاثیر آنزیم لاکتاز بر روی کاهش مصرف شکر در فرمولاسیون نوشیدنی حاصل از اختلاط آب ماست اسیدی و مخلـوط کنسانتره[5] میوه آناناس در مقایسه با نمونه‌های فاقد آنزیم لاکتاز و نیز بررسی تاثیر میزان اختلاط آب ماست در دو سطح 30 و 40 درصد بر روی ویژگی‌های حسی نوشیدنی در زمان نگهـداری 12 هفتـه‌ای در دمای 4 و 25 درجه سانتی‌گراد استفاده شد.

مواد و روش‌ها

آب ماست مورد استفاده از خط تولید ماست یونانی شـرکت شـیر پاستوریزه پگاه زنجان تهیه شد. برای تولید ماست یونـانی، از انعقـاد لاکتیکی باکتری‌های موجود در استارترهای شرکت هنسن با کدهای

1 Biochemical Oxygen Demand
2 Chemical Oxygen Demand
3 Functional

5 Sweet Whey
6 compound

904 و اکسپرس استفاده شد. برای تغلیظ از سپراتور نازلی BDK -16 ساخت کشور آلمان با 6000 دور بر دقیقه مخصوص تغلیظ ماست استفاده شد. شکر شادیانه از شرکت کشت و صنعت دهخدا بود. میزان شکر مورد مصرف در فرمولاسیون نمونه‌ها در جدول 1، بر مبنای امتیازات اولیه‌ای که ارزیاب‌ها برای حصول به شدت شیرینی یکسان در آزمون طعم به نمونه‌های پیش تیمار داده بودند، تعیین شد. لاکتاز مایع از شرکت نووزایم دانمارک با کد تجاری Saphera FMP تهیه شد. مخلوط کنسانتره میوه تجاری با طعم آناناس از شرکت اورانا دانمارک تهیه شد. مخلوط تجاری حاوی کنسانتره آناناس، کنسانتره سیب، اسید سیتریک، طعم‌دهنده طبیعی، اسید آسکوربیک و رنگدانه طبیعی بتاکاروتن بود. ماده خشک مخلوط 59%، pH آن2/6 و اسیدیته آن بر حسب اسید سیتریک 75 گرم بر کیلوگرم بود. پکتین E440 از شرکت سن روز ژاپن و لاکتات کلسیم از شرکت روبرته سیرجان تهیه شد و به‌ترتیب در مقادیر 0/2% و 0/1% در تهیه نمونه‌ها استفاده شد. مخلوط خشک پکتین و نمک لاکتات با نام مخلوط پایدارکننده در جدول شماره 1 آمده است.

فرمولاسیون و تهیه نوشیدنی آب‌ماست میوه‌ای

درصد اجزای فرمولاسیون نوشیدنی در جدول 1، بر اساس نتایج حاصل از پیش تیمارهای تهیه شده اولیه و گزارش محققین در منابع، فرموله شد. ابتدا شکر و مخلوط پایدارکننده به‌خوبی همگن شده و به مخزن استیل حاوی آب مجهز به همزن با سرعت 25 دور بر دقیقه افزوده شد. سپس آب ماست و مخلوط کنسانتره میوه اضافه شد. به آب ماست در نمونه‌های شماره 3 و 4، مقدار 1000 پی‌پی‌ام آنزیم لاکتاز اضافه شد و به مدت 3 ساعت در دمای 4 درجه سانتی‌گراد قرار داده شد و سپس در دمای 70 درجه سانتی‌گراد به مدت 30 ثانیه پاستوریزه شد. محلول تهیه شده در دمای 60 درجه سانتی‌گراد و فشار 150 بار هموژن شده و سپس در دمای 90 درجه سانتی‌گراد به مدت 30 ثانیه پاستوریزه گردید. بسته بندی نمونه‌ها در دمای 4 درجه سانتی‌گراد در شرایط اسپتیک در پاکت‌های 250 گرمی تتراپک بسته‌بندی شد و تا زمان انجام آزمون در یخچال 4 درجه سانتی‌گراد و انکوباتور 25 درجه سانتی‌گراد نگهداری شدند.

جدول 1 – فرمولاسیون نمونه‌های نوشیدنی آب ماست میوه‌ای

تیمار	%لاکتاز	% آب ماست	% شکر	% آب	% مخلوط میوه	% مخلوط پایدارکننده
1	0	30	8/1	56/6	5	0/3
2	0	40	8/38	46/32	5	0/3
3	0/1	30	5/87	58/73	5	0/3
4	0/1	40	5/96	48/64	5	0/3

آزمون آب‌ماست

ویژگی‌های فیزیکوشیمیایی آب ماست (pH، اسیدیته، دانسیته، چربی، پروتئین، لاکتوز، ماده خشک و خاکستر) به روش AOAC (1995) و کپک ومخمر مطابق استاندارد ملی ایران شمارش شد.

آزمون نوشیدنی آب‌ماست میوه‌ای

اندازه‌گیری pH

pH محلول در دمای 25 درجه سانتی‌گراد با استفاده از pHمتر دیجیتال (wtw537) ساخت آلمان اندازه‌گیری شد (AOAC, 1995).

ارزیابی حسی

ویژگی‌های حسی نوشیدنی آب‌ماست میوه‌ای توسط 10 نفر ارزیاب آموزش دیده مورد ارزیابی قرار گرفت. ارزیابی حسی از نظر ویژگی‌های طعم، رنگ، احساس دهانی و پذیرش کلی با روش امتیازدهی 1 تا 10 در فاصله زمانی صبح تا ظهر با ارائه 30 میلی‌لیتر نمونه برای آزمون‌های طعم، احساس دهانی و پذیرش کلی و 150 میلی‌لیتر در ظرف پلی‌اتیلن شفاف برای آزمون رنگ در شرایط یکسان محیطی و زمانی منطبق با راهنمای Iso-8589E (2007) به روش لذت‌بخشی صورت گرفت. برای شماره‌گذاری نمونه‌ها از اعداد 3 رقمی تصادفی استفاده شد.

شمارش کپک و مخمر

از محیط کشت YGC آگار برای شمارش کپک و مخمر همه تیمارها با سه تکرار استفاده شد. مقدار 0/1 میلی‌لیتر از نمونه با رقت 0/1 برداشته شد و توسط میله شیشه‌ای L بر سطح محیط کشت به‌طور یکنواخت پخش شد. سپس پلیت‌های تلقیح شده در انکوباتور 25 درجه سانتی‌گراد به مدت 5 روز نگهداری و پرگنه‌ها شمارش شدند.

تجزیه و تحلیل آماری داده‌ها

در این پژوهش، تاثیر فاکتورهای آب ماست (30 و 40 درصد)، آنزیم لاکتاز (صفر و 0/1 درصد)، دمای نگهداری (دمای محیط و یخچال) و زمان نگهداری (صفر، 4، 8، 10 و 12هفته) بر ویژگی‌های حسی و pH نوشیدنی آب‌ماست میوه‌ای با آزمایش فاکتوریل در قالب

طرح کاملا تصادفی مورد بررسی قرار گرفت. برای تعیین معنی‌دار بودن هر یک از فاکتورهای میزان آب ماست، میزان آنزیم، دمای نگهداری و زمان نگهداری روی امتیازات حسی (طعم، رنگ، قوام دهانی، پذیرش کلی) و pH از روش آنالیز رگرسیون در سطح احتمال 5% انجام شده و توانایی مدل با آزمون ضریب همبستگی بررسی شد. تجزیه و تحلیل و رسم نمودارها با استفاده از نرم‌افزار مینی‌تب نسخه 17 انجام شد. همچنین بررسی میزان تفاوت امتیازات حسی در طول زمان با روش آنالیز واریانس یک طرفه با سطح معنی‌داری 0/05 انجام شدند.

نتایج و بحث

جدول 2 ویژگی‌های اندازه‌گیری شده آب ماست را نشان می‌دهد.

جدول 2- ویژگی‌های آب ماست اندازه‌گیری شده

ویژگی‌های آب ماست	
pH	4/9
اسیدیته (دورنیک)	58
دانسیته (g/ml)	1/029
چربی (g/100ml)	0/1
پروتئین(g/100ml)	0/9
لاکتوز (g/100ml)	4/1
ماده خشک (g/100ml)	6/22
خاکستر (g/100gr)	0/68
کپک و مخمر	کلنی مشاهده نشد.

حساسیت حرارتی پروتئین‌های آب پنیر به‌عنوان خصوصیت مهم آن در صنایع مربوط به فرایند آب پنیر مورد بررسی قرار گرفته است به‌طوری که با استفاده از پکتین در تولید نوشیدنی حاوی آب پنیر مقاومت حرارتی پروتئین‌های مذکور از دمای 60 در جه سانتی‌گراد به‌مدت 10 دقیقه تا به دمای 90 درجه سانتی‌گراد افزایش یافته است (جانین و همکاران، 2005). نه تنها پکتین بلکه از سایر هیدروکلوئیدها نیز برای جلوگیری از ترسیب پروتئین در سایر تحقیقات استفاده شده است. استفاده از پکتین موجب افزایش پایداری حرارتی پروتئین موجود در نوشیدنی‌های حاوی پروتئین‌های سرمی شیر می‌شود (واگنر و فوگدینگ، 2017). پکتین در نسبت مورد استفاده در فرمولاسیون توانسته بود مقاومت حرارتی لازم را در پروتئین‌های آب ماست موجود در فرمولاسیون تامین کند به‌طوری که هیچ‌گونه رسوب پروتئینی در بسته‌بندی‌ها بلافاصله بعد از تولید و نیز در طول مدت زمان نگهداری تا 12 هفته در دو شرایط دمایی متفاوت یخچال و محیط مشاهده نشد.

اثر میزان آب ماست در دو سطح 30 و 40 درصد در فرمولاسیون نوشیدنی بر روی pH و احساس دهانی در سطح 5 درصد تاثیر نداشته است ولی بر روی شدت طعم و رنگ و میزان پذیرش کلی اثر معنی‌داری داشته است.

به‌دلیل وجود آرومای نامطلوب، افزایش مقدار آب ماست بر مطلوبیت طعم اثر منفی داشته و موجب کاهش مطلوبیت نوشیدنی شده است. در فرمولاسیون نوشیدنی‌ها برای پوشاندن طعم نامطلوب آب ماست از کنسانتره میوه‌ها استفاده می‌شود (جوریک و همکاران، 2004). استفاده از کنسانتره آب آناناس موجب افزایش امتیاز طعم نوشیدنی‌های تولید شده از پودر آب پنیر اسیدی در مقایسه با کنسانتره آب‌میوه های انگور و لیمو شده بود (کوزیکووسکی، 1968).

جدول 3- ضرایب تاثیر فاکتورهای مستقل درصدهای لاکتاز و آب ماست، دما و زمان نگهداری بر ویژگی‌های حسی و pH نوشیدنی فرموله شده

	pH Y1	طعم Y2	رنگ Y3	احساس دهانی Y4	پذیرش کلی Y5
درصدآب ماست	-0/001350	-0/08200*	-0/01450*	-0/0140	-0/05100*
درصدلاکتاز	-0/0850	5/700*	0/250	5/20*	8/000*
دمای نگهداری	-0/000214	-0/01048*	-0/000714	-0/03190*	-0/01000*
زمان نگهداری	-0/01659*	-0/12037*	-0/01358*	-0/1113*	-0/11589*

* اختلاف در سطح 5 درصد معنی‌دار است.

افزایش میزان اسید نوشیدنی با افزایش مقدار آب ماست و اسید لاکتیک موجود در آن، موجب بروز تاثیرات منفی در pH می‌شود. فعالیت بقایای باکتری‌های لاکتیکی موجب تغییرات pH در محصولات ماست می‌شود (آنتونز و همکاران، 2005)، ولی به‌دلیل وجود نمک لاکتات کلسیم این اثر معنی‌دار نبوده است. نمک لاکتات کلسیم ب عنوان یک آنتی‌اسید و تنظیم‌کننده اسید در صنعت غذا به‌کار گرفته می‌شود (کدکس، 1999). همچنین به‌نظر می‌رسد قوام اصلی محصول و امتیاز مربوط به آن از طریق افزودن تثبیت‌کننده ایجاد شده بود و اثر معنی‌داری ناشی از افزایش و یا کاهش مقدار آب ماست و ترکیبات موجود در آن بر امتیاز احساس دهانی مشاهده نشد.

به‌نظر می‌رسد میزان کم پروتئین‌های موجود در آب ماسـت اسـیدی حاصل از سپراتور دلیل این امر باشد. غالبا پروتئین موجود در آب پنیر کمتر از 1% می‌باشد (بوکلر و همکاران، 2005). به همین دلیل احتمالا مقدار آب ماست در دو سطح 30 و 40 درصد نتوانسته است در مقابل مقدار پایدارکننده نقش معنی‌داری در تغییرات بافت یا احساس دهانی ایفا کند

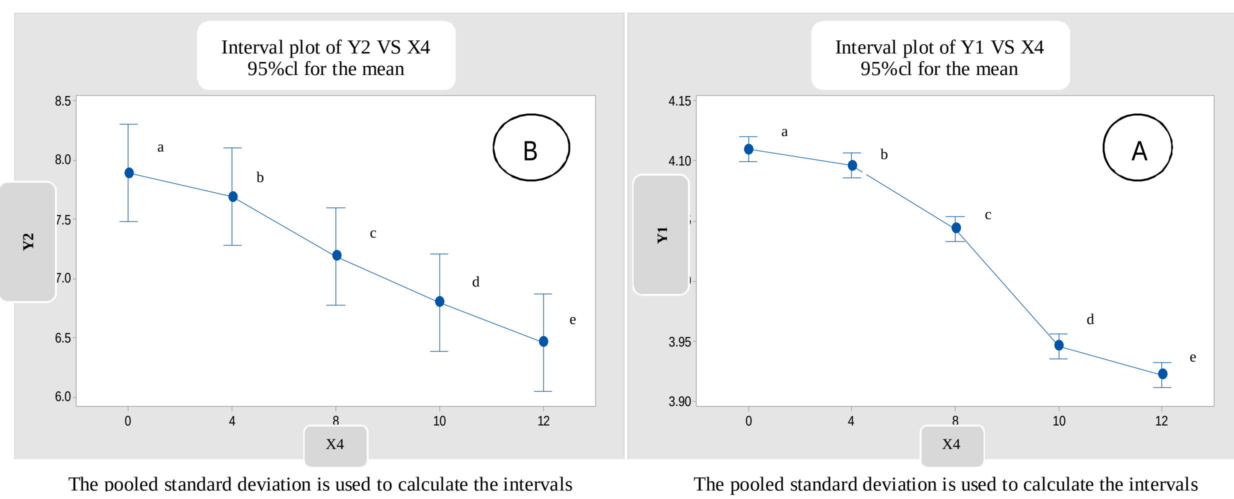
تاثیر لاکتاز در دوسطح صفر و 0/1% بر روی همه فاکتورهـا بـه غیر از pH و رنگ تاثیر معنی‌داری در سـطح احتمـال 5% بـود. ایـن نتیجه با یافته‌های تحقیق جانین و همکاران (2005) کـه اثـر آنـزیم لاکتاز را بر تغییرات pH معنی‌دار گزارش نکرده بودند، مطابقت داشت.

جدول 4- جدول آنالیز واریانس تاثیر لاکتاز و آب ماست بر مصرف شکر

منبع تغییر	درجه آزادی	میانگین مربعات	میانگین مربعات	عدد F	عدد P
لاکتاز	1	5/40563	5/40563	598/96	0/026*
آب ماست	1	0/03423	0/03423	3/79	0/302
خطا	1	0/00903	0/00903		
کل	3	5/44888			

* اختلاف در سطح 5 درصد معنی‌دار است.

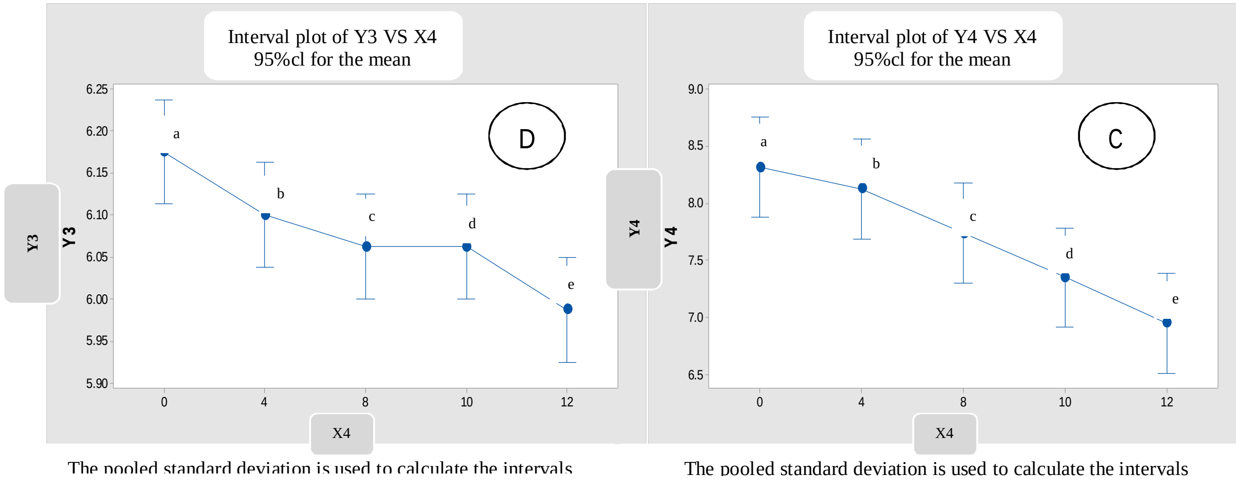
همچنین اثر آنزیم لاکتاز بر روی طعم، در جهـت بهبـود طعـم و افزایش امتیاز ارزشیابی طعم معنی‌دار بود. مطابق نتایج جدول شـماره 4 در اثر هیدرولیز آنزیمی لاکتاز و تبدیل لاکتوز به قندهای ساده‌تـر میزان طعم شیرینی افزایش یافته بود و از میزان شکر مورد نیاز برای حصول شیرینی یکسان با نمونه‌های فاقد لاکتاز کـاهش معنـی‌داری پیدا کرده بود. این یافته‌ها با نتایج تحقیق جانین که دلالت بـر عـدم تاثیر هیدرولیز لاکتوز بر قابلیت پذیرش نوشیدنی داشت مغایرت دارند (جانین و همکاران، 2005). شاید استفاده از فروکتوز به جای شکر، با قدرت شیرین‌کنندگی و طعم‌دهندگی بیشتر و اسـتفاده از درصـدهای بالای تراویده آب پنیر در تحقیق مذکور دلیل ایـن تفـاوت باشـد. در کاربردهای صنعتی صنایع لبنی از لاکتاز برای تجزیه لاکتوز و تولیـد منوساکاریدهای گلوکز و گـالاکتوز اسـتفاده شـده اسـت (گیکـاس و همکاران، 1985 و هانگ و لی، 2002). میزان منوساکارید بیشـتر در اثر تجزیه لاکتاز باعث افـزایش احسـاس دهـانی محصـول در حـین مصرف توسط ارزیابان شده بود و همه موارد باعث افزایش معنی‌دار در مطلوبیت نهایی نمونه‌های دارای لاکتاز در مقایسه با نمونه های فاقد لاکتاز شـده بـود. اثـر دمـای نگهـداری در دو سـطح 4 و25 درجـه سانتی‌گراد بر روی ویژگی‌های طعـم و احسـاس دهـانی نمونـه‌هـا و پذیرش کلی معنی‌دار بوده است.



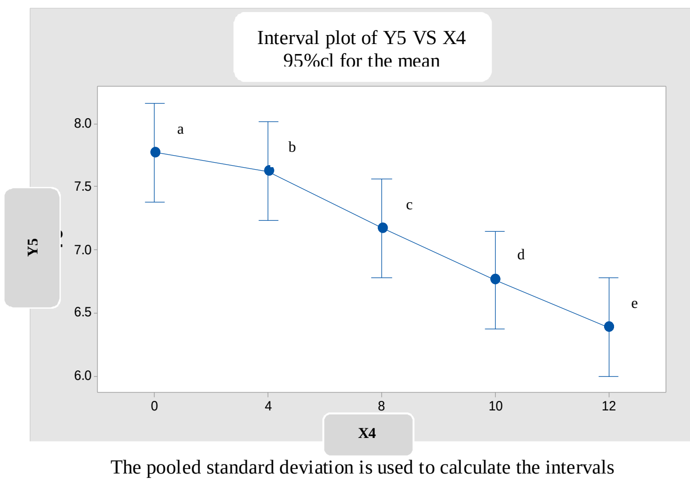
شکل 1- اثر مدت زمان نگهداری بر روی بر روی pH (A) و امتیاز طعم و مزه (B)

همچنین اثر زمان نگهداری بر روی همه ویژگی‌های نوشیدنی اثر معنی‌داری داشته است. به دلیل تسریع تغییرات شیمیایی بـا افـزایش دما و زمان نگهداری و همچنین فرصت برای بروز تغییرات طعمی و یا آنزیمی پکتیناز و سایر هیدرولازهای ناشی از فعالیت باکتری‌ها، عوامل

طعم و احساس دهانی کاهش معنی‌داری داشته‌اند. تحقیقات سایر دانشمندان نیز نشان داده که نمونه‌های نوشیدنی نگهداری شده در یخچال امتیازات بیشتری در مقایسه با نمونه‌های نگهداری شده در دمای محیط کسب کرده‌اند (کریشنیا و همکاران، 1989). در طول مدت اندازه‌گیری در زمان‌های صفر، 4، 8، 10 و 12 هفته کاهش در pH مشاهده می‌شود.



شکل 2- اثر مدت زمان نگهداری بر روی امتیارنگ (C) و احساس دهانی (D)



شکل 3- اثر مدت زمان نگهداری بر روی امتیاز پذیرش کلی در طول زمان نگهداری

با توجه به وجود آنزیم‌های باکتریایی مقاوم به حرارت در آب ماست اسیدی تجزیه اجزای پروتئینی و پکتینی موجود در نوشیدنی محتمل است، که این امر می‌تواند دلیلی برای کاهش امتیاز احساس مطلوب دهانی در ارزیابی ویژگی‌های حسی باشد. این کاهش در تحقیق سایر دانشمندان نیز گزارش شده است. محبی و نجفی (1383) گزارش کردند که کاهش قابلیت نگهداری آب توسط مواد پروتئینی و پکتینی در طول زمان باعث کاهش احساس قوام نوشیدنی می‌شود.

ارتباط متقابل شدت رنگ و احساس طعم مطلوب در نوشیدنی‌های وی گزارش شده است (بایاری و همکاران، 2001 و جانین و همکاران، 2005). در نوشیدنی‌هایی که حاوی آب ماست کمتری بودند امتیاز رنگ و طعم بالاتر بوده است. نتایج آنالیز واریانس نیز نشان می‌دهد که تاثیر درصد آب ماست بر مطلوبیت رنگ و طعم معنی‌دار است. متوسط امتیازهای رنگ و طعم در تحقیقات جانین و همکاران، (2005) نیز به‌طور مشابه با افزایش مقدار آب پنیر کاهش پیدا کرد.

کاهش پذیرش کلی نوشیدنی‌ها در طول زمان نگهداری با توجه

به تغییرات گفته شده موجب نارضایتی ارزیاب‌ها و کاهش شدید امتیاز ارزیابی در هفته دهم شد.

شمارش کپک و مخمر

در خصوص شمارش کپک و مخمر در نوشیدنی فرموله شده بلافاصله بعد از تولید، هیچ گونه کلنی مشاهده نشد. هم‌چنین به‌دلیل رعایت شرایط بهداشتی و نیز بسته‌بندی تحت شرایط استریل تا پایان هفته نهم نگهداری در هر دو دمای نگهداری محیط و یخچال در نمونه های تلقیح شده در محیط کشت هیچ پرگنه کپک و مخمر مشاهده نشد. نتایج مشابهی علی‌زاده گودرزی و همکاران (1394) در نوشیدنی با فرمول بهینه در طی 28 روز نگهداری در 4 درجه سانتی‌گراد گزارش نموده‌اند. با توجه به نتایجی که بیانگر مطلوبیت شاخص میکروبی نوشیدنی است، احتمالا، عامل محدودکننده تاریخ ماندگاری و قابلیت مصرف نوشیدنی، ناشی از فعالیت شیمیایی و آنزیمی می‌باشد.

نتیجه‌گیری

با توجه به نتایج این پژوهش، افزودن لاکتاز در سطح 0/1% علاوه بر تاثیر مثبت و معنی‌دار بر طعم و ویژگی‌های حسی، موجب کم شدن مصرف شکر مورد نیاز برای حصول به شیرینی یکسان در مقایسه با نمونه های فاقد آنزیم شد. نوشیدنی فرموله شده بر پایه آب‌ماست در این پژوهش، علاوه بر دارا بودن ارزش غذایی بالای آب ماست، از طعم و پذیرش حسی مطلوبی به‌واسطه دارا بودن مواد طعم‌دار از کنسانتره آناناس و شکر برخوردار بود. نوشیدنی فرموله شده در دو شرایط دمایی هیچگونه کپک مخمری نداشته ولی به‌منظور حفظ بهتر طعم و شاخصه‌های حسی مطلوب نوشیدنی فرموله شده تا هفته هشتم در یخچال قابلیت نگهداری داشت. با توجه به آلایندگی بالای آب ماست در صورت رها شدن در محیط زیست و نیز بالا بودن میزان املاح و پروتئین‌های عملگرای موجود در آن، نوشیدنی تولید شده از آب ماست اسیدی حاصل از فرآیند تولید ماست یونانی، می‌تواند گزینه مناسبی برای استفاده گروه‌های مختلف سنی باشد (جلسیک و همکاران، 2008).

تشکر و قدردانی

نویسندگان مقاله از دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری برای تامین هزینه پروژه تحقیقاتی و هم‌چنین شرکت شیر پاستوریزه پگاه زنجان به جهت امکان اجرای طرح در آن تشکر و قدرانی می‌نمایند.

منابع

Antunes, A.C., Cazetto, T.F., Bolini, H.L.A. 2005. Viability of probiotic micro-organisms during storage, postacidification and sensory analysis of fat-free yogurts with added whey protein concentrate. *International Journal of Dairy Technology* 58, 169–173.

AOAC. 1995. Official Methods of Analysis (16th Ed.). Arlington, VA: *Association of Official Analytical Chemists*: 1-45.

Bayarri S, Calvo C, Costell E, Duran L.2001. Influence of color on perception of sweetness and fruit flavor of fruit drinks. *Food Science Technology*, 7, 399–404

Beucler, J., Drake, M., and Foegeding, E.A. 2005. Design of a beverage from Whey permeate. *Journal of Food Science*, 70, 277-285.

Boehm, G., Fanaro, S., Jelinek, J., Stahl, B., & Marini, A. 2003. Prebiotic concept for infant nutrition. Acta Paediatrica, *International Journal of Paediatrics, Supplement*, 91, 64-67.

Calbet, J.A.L., MacLean, D.A., 2002. Plasma Glucagon and Insulin Responses Depend on the Rate of Appearance of Amino Acids after Ingestion of Different protein Solutions in Humans. *The Journal of Nutrition* 132, 2174–2182.

Chiba, S., Yamada, M., and Isobe, k., 2015.Novel acidophilic b-galactosidase with high activity at extremely acidic pH region from Teratosphaeria acidotherma AIU BGA-1. *Journal of Bioscience and Bioengineering*.120 (3), 263-267.

Codex Standard 192.1995, (Rev 2-1999). General Standard for food additives.

Demir, M., Turhan, I., Kucukcetin, A., Alpkent, Z., 2013.Oil production by Mortierella isabellina from whey treated with lactase.*Bioresource Technology* 128 (2013), 365–369.

Djuric, M., , M., Milanovic, S., Midorag, M., Panic, M.,.2004. Development of whey-based beverages. *European Food Research and Technology*, 219(4), 321-328.

FAO. 2011. OECD/Food and Agriculture Organisation of the United Nations: OECD Publishing. In OECD FAO agricultural outlook. *Chapt*, 91, 59-173.

Fischer, Ch., Kleinschmidt, T., 2015. Synthesis of galactooligosaccharides using sweet and acid whey as a substrate. *International Dairy Journal*, 48 15-22.

Gekas, V., Lopez-Leiva, M., 1985. Hydrolysis of lactose: a literature review. Process *Biochem*, 20, 2-12.

Gonzalez, R., Klaassens, E. S.,Mahnen, E., De Vos, W. M., and Vaughan, E. E. 2008. Differential transcriptional response of Bifidobacterium longum to human milkformula milk, and galactooligosaccharide. *Applied and Environmental Microbiology*, 74, 4686-4694.

Hui, W., Huiying, L., Yingguo, B., Yaru, W., Peilong, Y., Pengjun, S., Wei, Z., Yunliu, F., and Bin Y., 2009. An Acidophilic β-Galactosidase from Bispora sp. MEY-1 with High Lactose Hydrolytic Activity under Simulated Gastric Conditions. *Journal of. Agricultural and. Food Chemistry*. 57, 5535-5541.

Hung, M.N., Lee, B.H., 2002. Purification and characterisation of a recombinant galactosidase with transgalactosylation activity from Bifidobacterium infantis HL 96. Appl. *Microbiol. Biotechnol*, 58, 439-445.

Howard H Weetall, Noshir B.1974. The Preparation of Immobilized Lactase and Its Use in the Enzymatic Hydrolysis of Acid Whey. *Biothechnology and Bioengineering*, 151, 295-313.

ISO 8589 (E), Sensory analysis - General guidance for the design of test rooms, 2007, *Second edition*, 12-15.

Jelicic, I., Bozanic, R., Tratnik, L., 2008. Whey-based beverages- a new generation of diary products. *Mljekarstvo: journal for dairy production and processing improvement*, 58(3), 257-274.

Janine, B., Maryanne, D., and Allen, F.E. 2005. Design of a Beverage from Whey Permeate, *Journal of Food Science*, 70 (4), 277-285.

Jelen, P. 2011. Utilization and Products. Whey Processing. In: *Encyclopedia of Diary Sciences*, 4(2), 731-738.

Katsanos, C.S., Kobayashi, H., Sheffield-Moore, M., Aarsland, A., Wolfe1, R.R., 2006. A high proportion of Leucine is required for Optimal Stimulation of the Rate of muscle Protein Synthesis by Essential Amino Acids in the Elderly. American Journal of Physiology, *Endocrinology and Metabolism*, 291, E381–E387.

Kosikowski, F.V., 1968. Nutritional beverages from acid whey powder. *Journal of dairy science*, 51, 8, 1299-1301.

Krishnaiah, N., Reddy, C.R., Sastery, P.M., and Ramarao, M. 1989. Studies on the keeping quality of whey beverage. Asian, Journal of Dairy research, 8(1), 8-14.

Maiorella, B.L., and Ccastillo, F.J. 1984. Ethanol, Biomas and Enzyme production for whey waste abatement. *Process biochemistry*, 157-161.

Naik, Y.K., Khare, A., Choudhary, P.L., Goel, B.K., and Shrivastava. 2009. Studies on Physico-chemical and Sensory Characteristics of Whey Based Watermelon Beverage, *Asian Journal of Research Chemistry*, 2(1), 57-59.

Nukumi, N., Iwamori, T., Kano, K., Naito, k., Tojo, H., 2007 Reduction of tumorigenesis and invasion of human breast cancer cells by whey acidic protein (WAP).*cancer letters*, 252(1), 65-74.

Ozer B.H, Stenning.R.A, Grandison A.S and Robinson, R.K. 1999. Rheology and Microstructure of Labneh (*Concentrated Yogurt*). *Journal of Dairy Science*, 82, 682-689.

Pescuma, M., Hébert E.M., Mozzi, F., de Valdez, G.F., 2010. Functional fermented whey-based beverage using lactic acid bacteria. *International Journal of Food Microbiology*, 141, 73–81.

Renner, E., 1989. Nutritional Aspects, In: Whey and Lactose processing, J.G. zadow, 449-471.

Sah, B.N., Vasiljevic, T., Mskechnie, S., Donkor, O.N., 2016. Antibacterial and antiproliferative peptides in synbiotic yogurt-Release and stability during refrigerated storage. *Journal of Dairy Science*, 99(6), 4233-4242.

Smithers, G.W., 2008. Whey and whey proteins from ‘gutter to gold’. *International Dairy Journal* 18, 695-704.

Tamime, A.Y., and Robinson, R.K. 2000. Yoghurt Science and Tennology, Woodhead Publishing Limited.

Varghese, J., and Haridas, M. 2007. Prospects of Jackfruit Blend Yoghurt Whey. *Word Journal of Dairy and Food Science*, 2(1), 35-37.

Wagoner, Ty.B. E. Allen, Foegeding. 2017. Whey protein–pectin soluble complexes for beverage applications. *Food Hydrocolloids*, 63,130-138.

Yamani, M.I. 1993. Yoghurt whey Medium for Food-Borne Yeasts, *Wiley International Science*, 28(1), 111-116.

Iranian Food Science and Technology Research Journal
Vol. 14, No. 4, Oct- Nov 2018, p. 485-493

نشریه پژوهشهای علوم و صنایع غذایی ایران
جلد 13، شماره 4، مهر - آبان 1397، ص. 493-485

Investigation of the effect of lactase on flavor and sugar quantity of formulated whey based beverage during storage

Z. Raftani Amiri*[1], M. Ezazi[2*]

Received: 2017.08.21
Accepted: 2017.12.27

Introduction: Nowadays, use of by products in formulation of functional foods in order to improve their nutritional value and also avoid environmental pollution in food industry is increasing. Whey, a by product of dairy industry is one of such compounds. The acid whey resulted from concentration of yoghurt, as a by-product, can be applied in whey based fruit beverages due to its minerals and beneficial residual proteins. It represents about 85–95% of the milk volume and contains nutrients, such as lactose as a most content, soluble proteins, lipids, minerals, vitamins, and organic acids. Acid whey has a pH of approximately 4.5 due to the conversion of lactose into lactic acid by lactic acid bacteria during the process of yoghurt production. Lactose is the main ingredient of whey, which comprises 90 percent of whey dry matter. According to FAO, the worldwide production of cheese was estimated to be 19,000 kilo tones (kt) in 2010, thus resulting in approximately 177,000 kt whey as a by product. The annual growth arises to production of approximately 211,000 kt whey in 2020. Therefore, the research for new lucrative whey utilization beside whey protein recovery is an ongoing challenge for the dairy industry. More than 70% of the world's population suffer from lactose intolerance, which limits consumption of lactose containing dairy products. Lactose intolerant individuals, who consume milk or other dairy products like as acid whey, even at small quantities, facing gastroenterological complications related to the uptake of calcium and certain other nutrients. Thus it is important to reduce the lactose content of mild and dairy by products before using them in new foods formulation. In this study production of low lactose whey by enzyme was investigated. Beta-D-Galactosidases, EC (3.2.1.23), is a hydrolase enzyme that converts lactose into glucose and galactose and increases the sweet taste in products. It is commonly known as lactase, which is one of the most important enzymes in food, dairy and fermentation industries. Mixing of the low lactose whey with fruit compound or concentrates and sweetener agents make delicious and functional new beverage.

Materials and methods: The acid whey resulted from concentration of Greek yoghurt, as a by-product, was applied in whey based fruit beverages. The lactase enzyme (Sapherra FMP) was prepared from Novozyme Company. Pineapple compound prepared by Orana Company from Denmark. The quantity of sugar (Shadianeh) in each sample has been investigated based on the equivalent sweetness recognition by panelists in lactase treated samples in comparison with non treated samples. Premixed sugar and stabilizer in precise amount for each treatment was added to water and agitated in stainless steel agitating mix. After that whey and pineapple compound, and then 1000 ppm enzyme were added to samples and kept at 4 degree Celsius for 3 hours and finally pasteurized. All samples homogenized by 150 bar in 60 degree Celsius. Packaging of samples was done in 250 gram tetra pack container at aseptic condition. The effect of lactase enzyme on sugar quantity and taste improvement of acid whey based beverage produced by 5 percent of pineapple compound, has been investigated by lactase enzyme (0 and 0.1 percent), acid whey (30 and 40 percent), storage temperature (ambient and refrigerator) and time storage (0, 4, 8, 10 and 12 weeks after production) on a factorial experiment in a completely randomized design.

Results and discussion: The results of sensory evaluation in 12 weeks at two different storing temperatures (refrigerator and ambient), showed that addition of lactase enzyme before pasteurization of whey based pineapple flavored compound could kept not only the pH on constant, and reduced the sugar quantity to achieve constant sweetness in all samples, but also improved the sensory specification of beverage, significantly ($p<0.05$). The maintaining of desirable taste and mouthfeel of the stored beverage in refrigerator until the end of the eighth week with no growth of mold and yeast were also observed at two storage temperatures.

Keywords: acid whey, beverage, lactase, sensory evaluation

---

1 and 2. Associate Professor and PhD. Student, Department of Food Science and Technology, Sari Agricultural Sciences and Natural Resources University, Iran
(*Corresponding Author Email: zramiri@gmail.com)